

地下空間デザインの快適性評価について *

COMFORTABILITY EVALUATION OF UNDERGROUND SPACE DESIGN*

田中 正**, 西 淳二***

Tadashi TANAKA**, Jyunji NISHI***

1. 総合評価が必要とされる地下空間デザイン

近年地下空間では、機能面、安全面はもちろん、防災面やアメニティでの検討をも含めた総合評価が必要とされている。しかしながら、アメニティあるいは快適性と呼ばれるものや、利用者の意識や行動を定量的に評価することは難しい。それは、個々人の社会的環境、あるいは心理的環境状態によって大きく左右されるからである。そのため、多くは定性的なことが述べられるに留まっていた。ここに新たな意識調査分析手法の重要性が生じている。

本論文は、心理学的評価手法であるSD手法をスライドを用いた景観分析に適用し検討したものである。また各種の地下空間の意識調査分析手法との比較をおこなった。

2. 地下空間デザインに関する既往の意識調査分析

地下に関する意識調査分析には、ことばを使ったもの（アンケート調査）、写真などの静止画像を使ったもの、ビデオなどの動画画像を使ったもの、実施体験を伴うもの、およびそれらの組み合わせによるものがある。表-1は地下空間環境に関する意識調査分析法とその特徴についてまとめたものである。

ことばを使ったものには、「地下イメージのアン

ケート調査」がある¹⁾。この場合、直接体験および疑似体験により地下のイメージが作られる。そのため、ある特定の強い印象のみが強調されたり、漠然と抱いている不安感などが生じられるという²⁾。

写真と実施体験を組み合わせたものに、写真投影法がある³⁾。これは、精神分析の手法を応用したもので被験者が地下空間で関心をもった場面を写真撮影するものである。この写真にコメントをつけることで、地下空間についての定性的な検討が可能になる。

目標探索行動⁴⁾による調査は実施体験とアンケート調査を併用した方法である。これは出発地点と目標地点を設定し、できるだけ早く目標地点に到達するように教示するものである。さらに到着後、どのような手段を利用したか、案内板はいくつあったかなどの設問に回答する。この調査では、案内板や標識の認知度や左側歩行などの歩行者行動特性が明らかになる。

動画を用いたものには、被験者の行動をビデオ撮影したビデオ分析がある⁵⁾。この手法では撮影後にビデオ映像を用いた面接調査を実施することで行動の意味づけをすることができる。

その他に、アイカメラ分析や仮想現実手法と組み合わせた調査分析などがあげられる。これら実体験や疑似体験を用いた方法は様々な情報が得られる一方で、調査分析が大がかりになる傾向がある。

3. スライドを利用したSD評価手法の適用例

SD(Semantic Differential)法はイメージ測定に多く用いられる心理的尺度法のひとつである。ここでは、地下のスライドを刺激として、質問票によるアンケート調査を実施した。

* キーワーズ:意識調査分析,空間整備・設計,イメージ分析

** 正員、工修、ハザマ技術研究所技術研究部

(〒305 茨城県つくば市荻間字西向 515-1、

TEL 0298-58-8813 FAX 0298-58-8829)

*** 正員、工博、名古屋大学工学部地圏環境工学教室

(〒464-01 名古屋市千種区不老町、

TEL 052-789-5295 FAX 052-789-3837)

表－1 地下空間環境に関する既往の意識調査分析法

	調査法	得られる知見と特徴
ことば	アンケート調査(ことばによるイメージ表現)	直接体験・疑似体験に基づくイメージ
静止 画像	写真投影法(関心をひく場面の撮影とコメント)	実在する地下空間、環境の定性的評価
	スライドSD法*	環境因子の抽出、定量的評価
動画像 ・実験	ビデオ・アイカメラ分析	行動の意味づけ
	仮想現実手法	
	目標探索行動	空間の認知度、歩行者行動特性

*重回帰分析までの一連の分析を含むものとした

調査対象は、地下分野の研究・計画に従事しているもの（以下『専門群』とよぶ）36名、一般の大学生（以下『一般群』）40名、地下分野の研究に関わっている学生（以下『中間群』）10名である。

刺激に用いたスライドは地上11枚を含む30枚であり、一般歩行者が通行可能な場所をスナップ写真に撮ったものである。ここで、地上と地下は現状の地盤面を基準にしている。刺激の抽出に当たっては機能面と環境面に配慮している。機能面として、通路、広場、商店街、出入り口、駅を取り上げた。環境面では、明暗、にぎわい、広がり（平面および上下空間）を含むように設定した。

次に評価項目として21の形容詞対を選定した。選定に当たっては、Kasmerの環境記述尺度⁹⁾等を参考に、また刺激の機能面、環境面の各要素が評価できるように配慮した。

このように選定した刺激と評価項目を使い、7段階尺度で被験者の回答を得た。

調査から得られたデータをそれぞれの群別に平均をとり写真ごとにプロフィールを作成する。図-1は一例である。中間群の平均値が他の2群と外れている項目が幾つかある。これは他の2群とは平均値が異なる可能性があることを示唆している。

次に、「快適な－不快な」を除く20因子について因子分析法（主因子、バリマックス回転法）を行った。

固有値1.0以上の基準で因子数を決めるといずれも3因子となった。それぞれ因子解釈を加えると、各群とも因子の順序は異なるもののほぼ同等の3つの因子によって説明できることがわかった。これらの3つの因子を、他の因子成分も勘案して便宜的に視覚因子、触(感)覚因子、聴覚因子と名付けた。そ

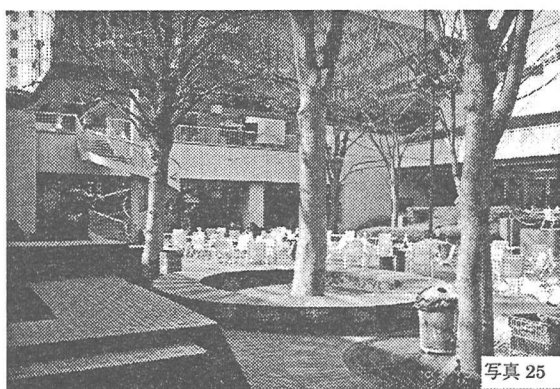
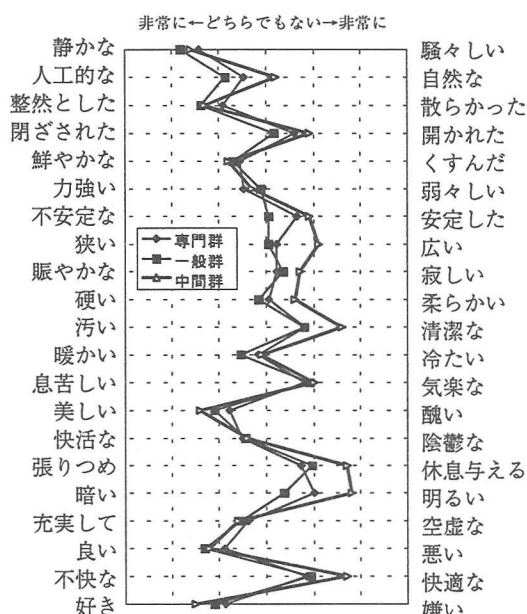


図-1 平均値プロフィールの例

表-2 因子分析結果（解釈因子と寄与率）

解釈因子	視覚	触(感)覚	聴覚	累積
専門群	0.328	0.347	0.242	0.917
一般群	0.362	0.227	0.294	0.883
中間群	0.493	0.167	0.197	0.857

表-3 バリマックス回転による因子負荷量と因子解釈（専門群）

*: 負荷量 > 0.8

解釈因子 (正) (負)	視覚因子 汚さ度 清潔度	触(感)覚因子 自然度 人工度	聴覚因子 繁華度 静寂度
静かなー騒々しい	0.33	0.21	0.86 *
人工的なー自然な	0.02	0.92 *	0.05
整然としたー散らかった	0.90 *	0.22	0.31
閉ざされたー開かれた	-0.33	0.64	0.59
鮮やかなーくすんだ	0.52	-0.57	-0.55
力強いー弱々しい	0.56	0.02	-0.76
不安定なー安定した	-0.90 *	0.21	0.13
狭いー広い	-0.71	0.26	0.42
賑やかなー寂しい	0.09	-0.53	-0.82 *
硬いー柔らかい	-0.06	0.89 *	0.38
汚いー清潔な	-0.94 *	0.20	0.11
暖かいー冷たい	0.13	-0.80	-0.53
息苦しいー気楽な	-0.58	0.70	0.34
美しいー醜い	0.85 *	-0.45	-0.19
快活なー陰鬱な	0.39	-0.62	-0.65
張りつめたー休息を与える	-0.31	0.92 *	0.10
暗いー明るい	-0.49	0.56	0.56
充実したー空虚な	0.37	-0.67	-0.58
良いー悪い	0.72	-0.60	-0.31
好きー嫌い	0.69	-0.61	-0.33
寄与率	0.33	0.35	0.24
正方向因子成分	汚い 不安定な 散らかった 醜い	休息を与える 自然な 柔らかい	騒々しい 賑やかな
負方向因子成分	清潔な 安定した 整然とした 美しい	張りつめた 人工的な 硬い	静かな 寂しい

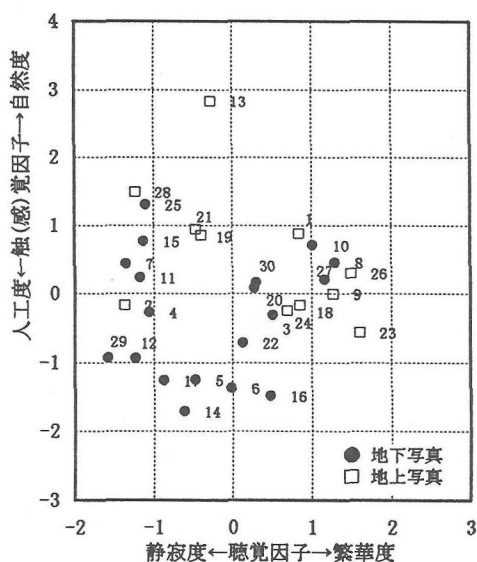
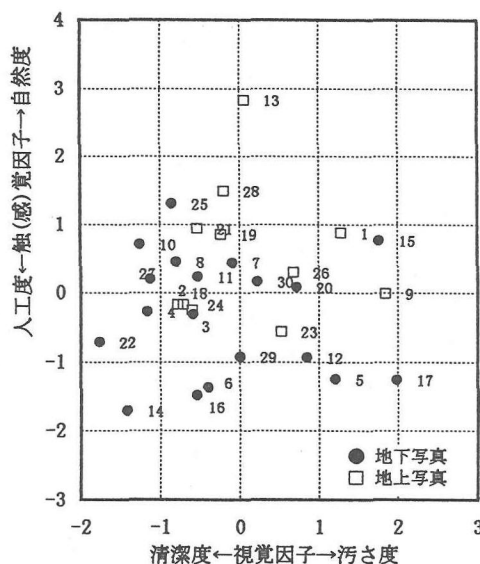


図-6 因子得点分布（専門群）

表-4 バリマックス回転による因子負荷量と因子解釈（一般群）

*: 負荷量 > 0.8

解釈因子 (正) (負)	視覚因子 汚さ度 清潔度	触(感)覚因子 自然度 人工度	聴覚因子 繁華度 静寂度
静かなー騒々しい	0.34	0.11	0.87 *
人工的なー自然な	0.22	0.86 *	0.14
整然としたー散らかった	0.81 *	0.41	0.35
閉ざされたー開かれた	-0.24	0.55	0.63
鮮やかなーくすんだ	0.71	-0.15	-0.62
力強いー弱々しい	0.21	0.37	-0.79
不安定なー安定した	-0.86 *	-0.15	-0.06
狭いー広い	-0.74	0.13	0.22
賑やかなー寂しい	-0.06	-0.23	-0.96 *
硬いー柔らかない	-0.09	0.87 *	0.42
汚いー清潔な	-0.96 *	-0.01	0.03
暖かいー冷たい	0.11	-0.71	-0.61
息苦しいー気楽な	-0.71	0.66	0.01
美しいー醜い	0.92 *	-0.15	-0.20
快活なー陰鬱な	0.41	-0.36	-0.81 *
張りつめたー休息を与える	-0.58	0.77	0.08
暗いー明るい	-0.47	0.43	0.68
充実したー空虚な	0.27	-0.38	-0.82 *
良いー悪い	0.84 *	-0.37	-0.34
好きー嫌い	0.84 *	-0.40	-0.27
寄与率	0.36	0.23	0.29
正方向因子成分	汚い 醜い 不安定な 悪い 嫌い	柔らかない 自然な	賑やかな 騒々しい 充実した 快活な
負方向因子成分	清潔な 美しい 安定した 良い 好き	硬い 人工的な	寂しい 静かな 空虚な 陰鬱な

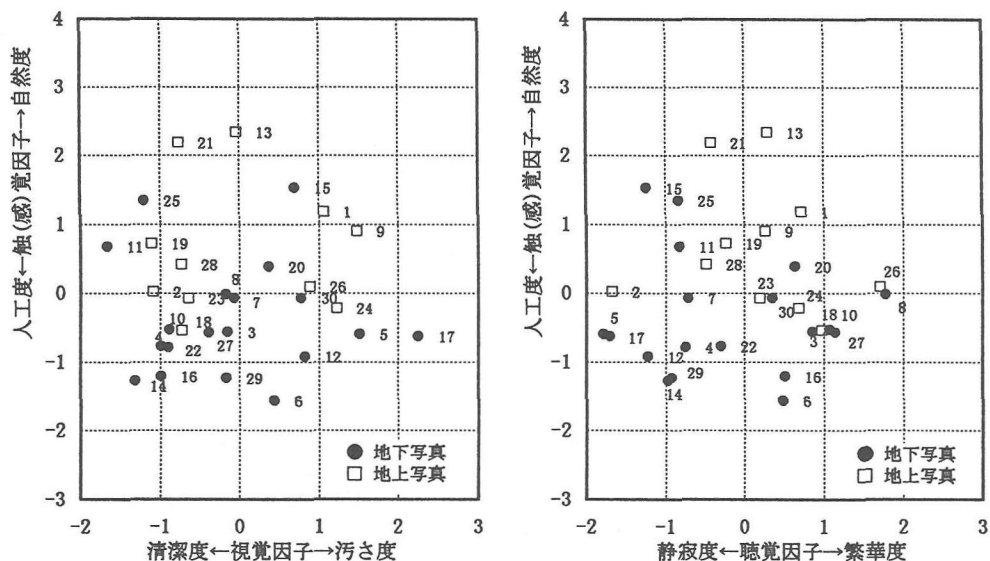


図-7 因子得点分布（一般群）

の解釈因子、寄与率を表-2 に、また専門群と一般群について上述の3 因子について因子負荷量と因子解釈を行うために用いた主要な因子成分を表-3～4 に示す。

その結果、累積寄与率もほぼ9 割と高く、景観写真の評価は3つの因子で十分に説明可能であることがわかった。

さらに、快適度 (y:評価項目『不快な－快適な』) を従属変数にして重回帰分析を行った。独立変数は、因子分析により得られた、視覚因子(x₁)、触(感)覚因子(x₂)、聴覚因子(x₃)の3 変数である。

重回帰方程式を、 $y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3$ としたときの分析結果を表-5 に示す。重相関係数 R はいずれの群についても 0.95 以上であり、寄与率 R² は 0.90 以上の高率となっている。標準回帰係数は各群とも視覚因子の重みが他の2 因子に比べて大きい。また重みが一番小さい聴覚因子は一般群、中間群では1 割に満たない。またそれぞれの群について評価値と回帰値を軸にした分析結果を図-2～4 に示す。一般群と中間群では若干回帰線から外れるものもあるが、専門群では精度良く線上に分布している。

表-6 は地下の写真に関して各群の回帰値を標準化し、専門群の快適度の高い順番に並べ替えたものである。それぞれの写真について、一般群、中間群の標準化回帰値を併記し専門群との偏差を括弧内に記した。一般群と専門群との偏差平方和は8.9、中間群と専門群とでは4.1 となっている。これは中間群が一般群と比較して専門群に近い写真の評価をしていることを示唆している。

図-5 は重回帰分析の結果をふまえて、地下の写真を3つのグループに分類したものである。

空間的に上下方向に開かれたもの、あるいは形状の変化に富んでいるものが快適性が高い。また自然採光されているものやそれを感じさせるような照明や色彩を駆使することも重要な要素であることを伺わせる。逆に天井が低くむき出しの蛍光灯による照明や薄汚れた壁は不快適度を高める要因となっている。

4. 地下景観と地上景観の違い

表-6 各群の標準化回帰値および偏差

写真番号	専門群	一般群	中間群
10	1.6	0.7 (-1.0)	1.0 (-0.6)
27	1.3	0.2 (-1.1)	0.8 (-0.5)
8	1.2	0.3 (-0.9)	1.0 (-0.2)
25	1.0	1.4 (0.4)	1.2 (0.2)
22	0.8	0.5 (-0.4)	1.1 (0.2)
3	0.4	0.0 (-0.4)	-0.2 (-0.5)
4	0.3	0.3 (0.0)	0.8 (0.5)
11	0.1	1.6 (1.5)	0.6 (0.5)
30	0.0	-0.7 (-0.7)	-0.2 (-0.2)
7	-0.1	-0.1 (0.0)	0.2 (0.3)
14	-0.3	0.4 (0.7)	0.5 (0.8)
16	-0.4	0.4 (0.8)	0.7 (1.1)
20	-0.4	-0.1 (0.3)	-0.8 (-0.4)
6	-0.6	-1.0 (-0.4)	-0.2 (0.4)
29	-1.1	-0.6 (0.6)	-0.7 (0.4)
15	-1.2	-0.2 (1.0)	-1.4 (-0.2)
12	-1.6	-1.4 (0.3)	-1.4 (0.2)
5	-1.8	-1.9 (-0.1)	-2.1 (-0.3)
17	-2.5	-2.6 (-0.1)	-2.2 (0.3)

()内は専門群からの偏差

の因子得点を3つの因子軸に展開したものである。

各写真の因子得点の分布は偏りもなく各象現に広がっている。このことから、ここで用いた写真はある特定の因子に偏ったものではないことがわかる。

分布状態を地下と地上の写真で比べると、触(感)覚因子の軸で、地下の写真が人工度より、地上の写真が自然度よりになっている。これは、地下と地上の環境特性のひとつである。その他の因子についてもその傾向を調べるために因子得点による分析を行った。

因子得点の性質上全ての写真の得点をそれぞれの因子ごとに合計するとゼロになる。そこで地上、地下の写真に分けて平均得点を計算することで地下と地上の傾向とし、表-7 にまとめた。

触(感)覚因子(人工度－自然度)、聴覚因子(静寂度－繁華度)が視覚因子(清潔度－汚さ度)よりも地下・地上という分類では敏感に反応することを示している。すなわち地下を示すことば(因子成分)としては、人工的な、硬い、静かな、寂しいといったものが優勢である。同様に地上では自然な、柔らかい、騒々しい、賑やかといったことば(因子成分)が優勢である。

図-6～7 は表-3～4 の因子分析に対応した各写真

5. 立場による視点の違い

表-5 重回帰分析結果

	回帰係数 (標準回帰係数)				重相関係数:R	推定値の標準誤差
	切片(b_0)	視覚因子(b_1)	触(感)覚因子(b_2)	聴覚因子(b_3)		
専門群	3.98 (-)	-0.647 (-0.714)	0.554 (0.611)	0.282 (0.311)	0.990	0.138
一般群	4.015 (-)	-0.534 (-0.855)	0.247 (0.395)	0.085 (0.137)	0.952	0.202
中間群	4.200 (-)	-1.075 (-0.918)	0.376 (0.321)	0.023 (0.019)	0.972	0.289

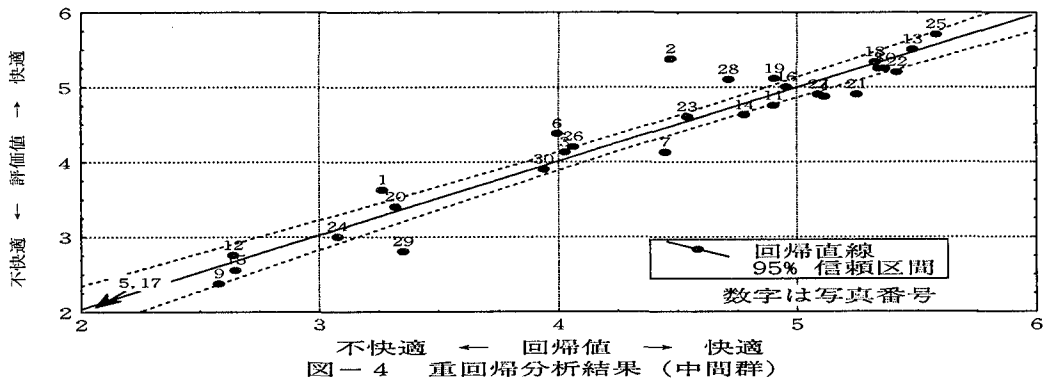
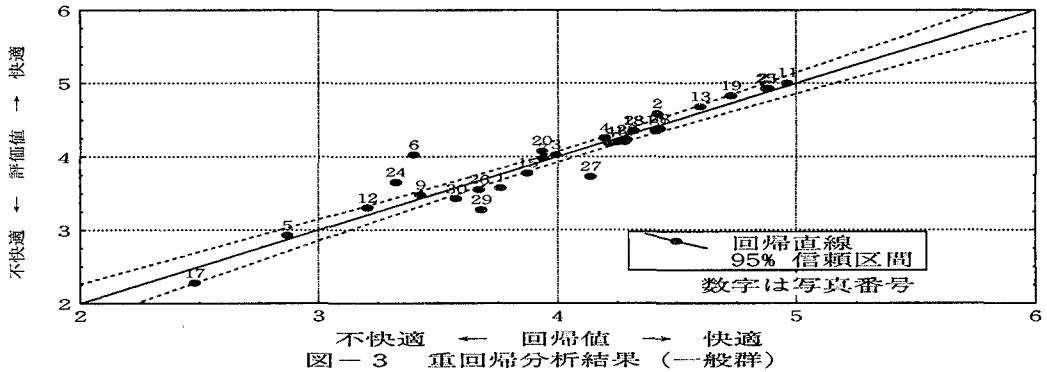
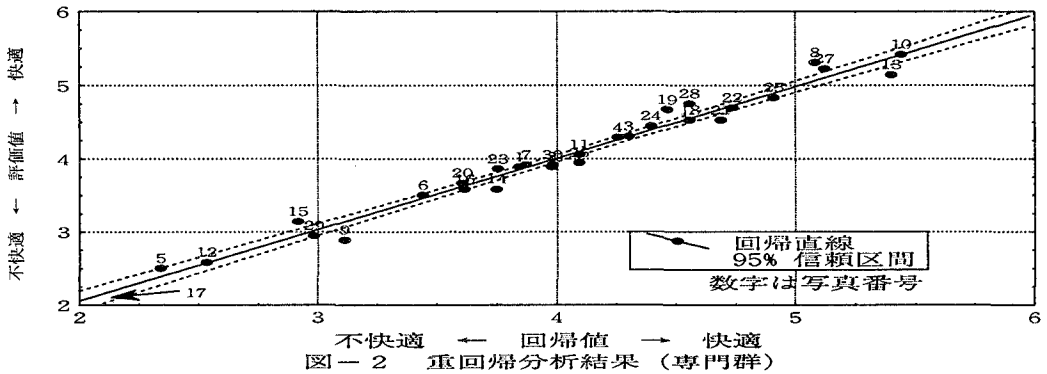


表-7 地下・地上写真の平均因子得点

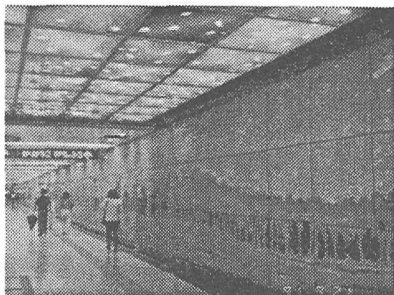
		視覚因子 (清潔度-汚さ度)	触(感)覚因子 (人工度-自然度)	聴覚因子 (静寂度-繁華度)
地下	専門	-0.12	-0.32	-0.21
	一般	-0.02	-0.37	-0.15
地上	専門	0.20	0.55	0.36
	一般	0.04	0.63	0.26

●快適度の高い写真群



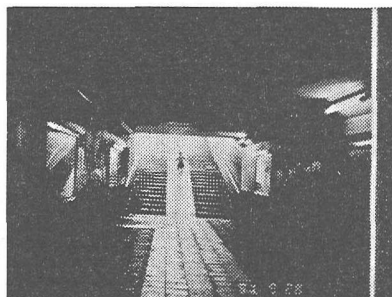
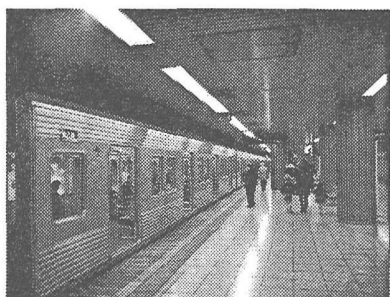
特徴：上下方向に開いた空間。形状の変化に富んでいる空間。自然採光を導入

●中位レベルの写真群



特徴：上下方向の広がりには少ないが、照明、壁面の変化や色彩などデザインに工夫がみられる空間

●不快度の高い写真群



特徴：色調、形状ともに単調な空間。視認性がよくない空間

図-5 地下の快適-不快度

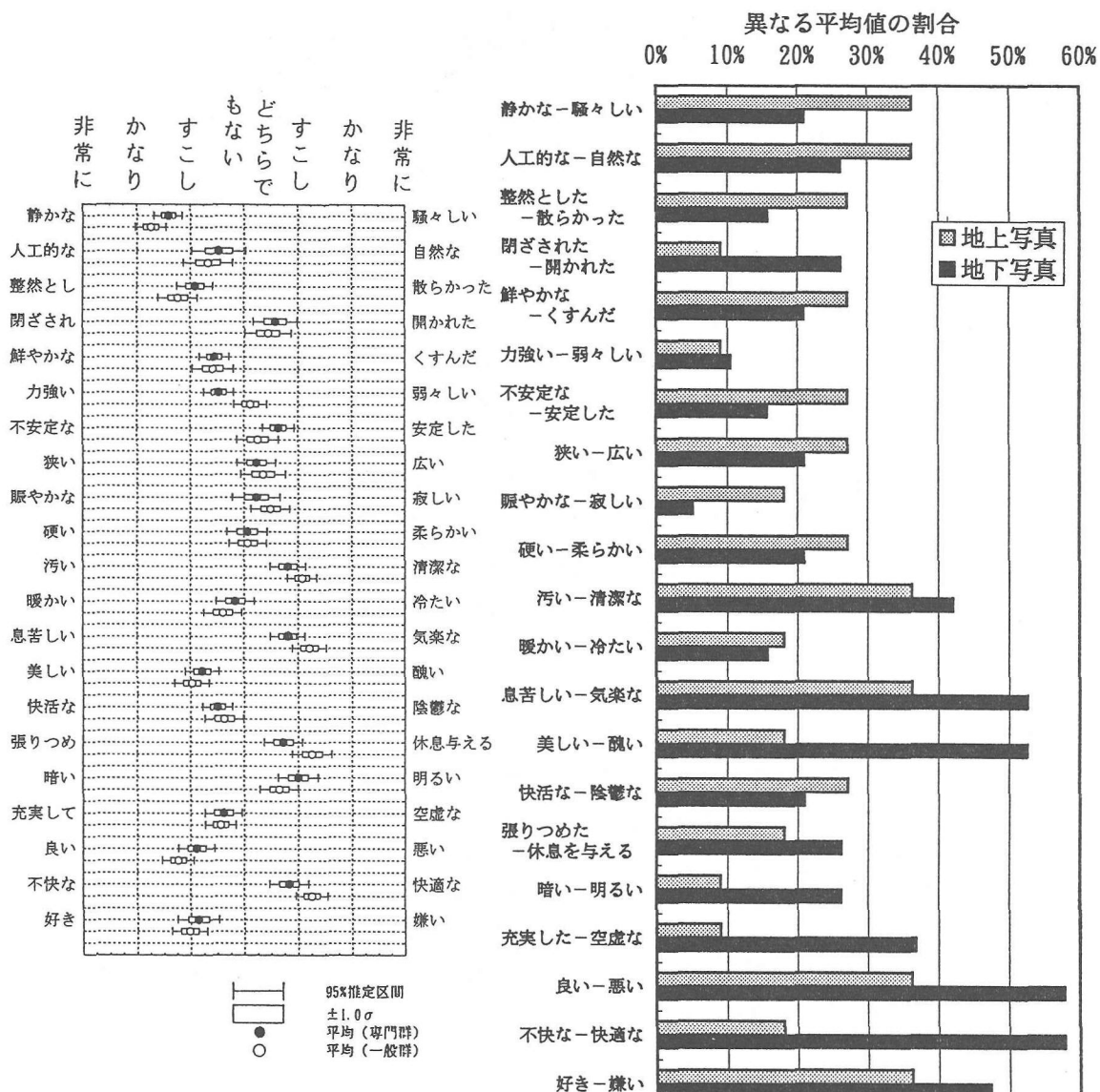


図-8 平均値の推定値

図-9 平均値検定結果($\alpha:5\%$)

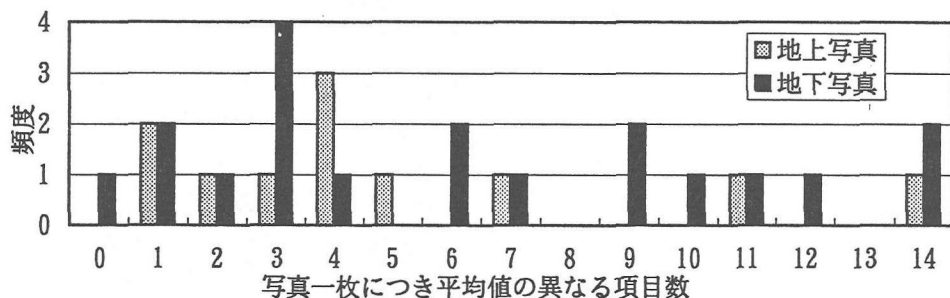


図-10 平均値検定結果($\alpha:5\%$)

30枚の写真それぞれについて21の評価項目すべて（合計630項目）について専門群と一般群の平均値に関する区間推定および検定を行った。

図-8は平均値の区間推定（信頼度95%）の一例（図-1中の写真25）である。また評価項目に下線を施したものは、「その項目の専門群と一般群の平均値が異なるという仮説」が採択された項目（有意水準5%）である。

すべての評価項目について上述の推定および検定を行った結果、630項目中174項目、約28%について仮説が採択（平均値が異なると判断）された。

図-9は評価項目ごとに整理し両群の平均値が異なる割合を示したものである。地上写真、地下写真ともに、「良い-悪い」、「好き-嫌い」といった好みに関する項目の評価が大きく分かれている。また地上写真の平均値が違う項目がすべて40%未満なのに対して、地下写真では40%を超えるものが6項目に上っている。

図-10は写真ごとに検定結果を整理したものである。写真1枚あたりの平均値の異なる評価項目数は平均5.8項目であるが、中には21項目中14項目について平均評価が異なるものが地下・地上をあわせて3枚あった。

専門群と一般群とでは年齢や居住地あるいは性別の構成等も異なっているので専門群＝設計者、一般群＝利用者とするのは多少無理がある。しかし、平均評価が異なることは、景観によって設計側の意識と利用者側の意識とで評価について隔たりがある可能性があることを示している。

上述の平均値の推定および検定で28%に及ぶ項目で専門群と一般群で平均値が異なることが示された。これは、写真以外からの情報によって判断が下されたためではないかと考えられる。例えば、写真に移った景観を実際に知っていて評価を下した割合が、専門群の方が、一般群に比べて多いことが推測される。また、その場所を知らない場合でも類似の状況を想像している可能性もある。このことは全般に一般群の評価の方が専門群に比べて中央（どちらでもない）に集まる傾向があることから、的確な判断があるいは思い切った判断がしにくい

ことが類推される。しかしながら、ものを作る側（専門群）と使う側（一般群）とではその感じ方あるいは評価因子が実際に異なっているとも考えられる。同じ様な事例は他の分野でも、企画者の予想と反するような利用のされかたをするなど見られる現象である。

同様の結果が、因子分析、重回帰分析でも現れている。因子分析結果からは、専門群と一般群とでは因子の寄与率も大きく異なっている。重回帰分析からは、専門群では、触(感)覚因子(人工度-自然度)と視覚因子(清潔度-汚さ度)が快適度に大きく貢献していることが示された。一方、一般群・中間群では、視覚因子(清潔度-汚さ度)の貢献度が大きく、他の触(感)覚因子、聴覚因子を大きく引き離している。

視覚から得る情報は全情報の9割に達するといわれているが、1枚のスライドからその移された映像の周囲の状況を的確に把握することは困難である。

また撮影の状況や時間によっても評価は異なり、これらはスライドを単独で用いる場合には避けがたい。

例えば、図-1内の写真25は東京都内の風景の評価であるが、この風景を知っている場合にはその状況を補った評価がされる。実際に、専門群と一般群は東京での調査であり、中間群は名古屋での調査であるために異なった評価が下された可能性もあろう。

図-11は表-6で示した偏差の比較的大きい刺激(写真)の例である。噴水や大規模な装飾がなされ、刺激の強い要素が含まれていると、そこに被験者の注意が向けられる。そのため、撮影された場所本来の環境が被験者に適切に伝わっていない事例と考えられる。

6. 結論と今後の展望・課題

SD法による調査分析により以下のことが明らかになった。

スライド写真から得られる景観のイメージは、視覚、触(感)覚、聴覚の3つの因子で9割の説明がつくこと。そしてこれらの3つの因子のうち地下・地上を

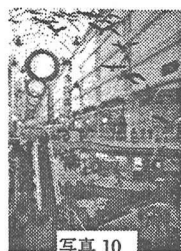


写真 10



写真 27

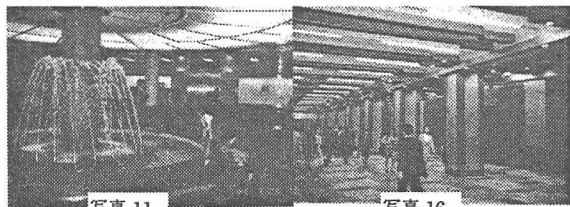


写真 11

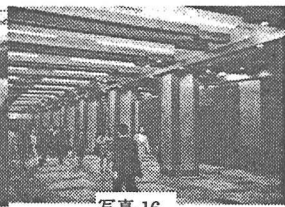


写真 16

図-11 評価の分かれた写真の例

説明する因子は触(感)覚、聴覚因子である。地下を説明することばは「人工的な、硬い、静かな、寂しい」であり、地上を説明することばは、「自然な、柔らかな、騒々しい、賑やか」である。

一方、快適性は視覚因子の重みが非常に高く、触(感)覚因子、聴覚因子の順に小さくなる。

快適性についての認識には人の属性によって違いがあるが、快適性を説明する因子と、いずれの場合も地上地下を説明する因子が異なり、快適な地下空間環境を作ることは可能である。

近年、計画設計される地下構造物では、単なる機能の集合体ではなく防災面はもちろんのこと利用者の動線や快適性といった面も考慮されるように代わりつつある。

今までの地下というとネガティブなイメージが強いといわれていた。それは、思いこみや先入観による影響が大きい。一方、今回の調査分析でも明らかのように、直接地下のイメージをことばで表現するのではなく、多くの環境因子を通じて捉えることで、より本質的なイメージに近づいた。

今後は、写真から捉えられるイメージはどの部分から感じられるのか、快適なイメージを創り出すことばのイメージだけでなく具体的な対象物や景観要素に迫ることが、地下デザインや設計にとって不可欠である。そのためには、インタビュー調査による方法や、同じ様な印象を受ける刺激(写真)から共

通の要素は何であるかを探っていく方法がある。

また刺激の受け止め方には、地域差、性差、年齢による差があると思われる。その差異はどのようなものであるのか、共通点は何であるかを明らかにすることで公共空間に適したイメージ創りが進む。

今回用いた SD 評価法は比較的容易に多量のサンプルが取れる優れた意識調査分析手法である。さらに他の手法を併用することで地下空間環境の分野での応用が十分可能である。例えば、複数のスライドを映写したり、動画を使う、あるいは部分的に実地体験と組み合わせるなど考慮することで改善される。

参考文献

- 1) 国土政策機構:地下空間に関するアンケート調査,1987.
- 2) 羽根義:地下空間のデザイン手法に関する研究,土木学会・地下空間利用シンポジウム 1993,pp.273-280,1993.
- 3) 加藤義明他:地下街における目標探索行動に関する研究,土木計画学研究・講演集 No.18(1),pp.297-300,1995.12.
- 4) 榎本博明,西淳二,文野洋:地下街における目標探索行動とビデオ分析,第 51 回年次学術講演会概要集 共通セッション,pp.76-77,1996.9
- 5) 西淳二,森田眞,高野由美子:地下空間と人間との関係,土木学会・地下空間利用シンポジウム 1993,pp.281-290,1993.6
- 6) 土木学会・地下空間研究小委員会:地下空間と人間 4 地下空間のデザイン,pp.46-81,1995.12
- 7) Kasmar, J.V.: The development of a usable lexicon of environmental descriptors, environment and behavior,1970
- 8) NISHI, J., TANAKA, T., KURIYAMA, K.: Comfortable design factors in underground space,6th Int. Conf. Underground Space and Urban Planning, pp.165-179,1995.
- 9) 田中正・西淳二:写真を用いた地下空間の快適性評価について,地下空間シンポジウム論文・報告集 第 1 巻,pp.93-100,1995.12.

心理学的評価手法であるSD法を用いて、地下空間デザインの快適性評価を試みた。適用にあたって地下街を中心とした景観写真を刺激とし、各種の統計分析を適用した。平均値の推定および検定より、利用者と計画・設計者の視点の違いを論じた。また、因子分析により3つの因子成分（視覚因子、聴覚因子、触（感）覚因子）で景観評価ができるとともに、3つの群の間に因子の重みが異なることを示した。さらに地下と地下の違いを因子成分を使って説明した。快適性を目的変数とした重回帰分析では、専門群は“視覚因子”、“触（感）覚因子”が、一般群と中間群は“視覚因子”が特に支配的であることが判った。

COMFORTABILITY EVALUATION OF UNDERGROUND SPACE DESIGN*

Tadashi TANAKA**, Jyunji NISHI***

This paper discusses about comfortability evaluation of underground space design by semantic differential method which is one of the experimental psychological analysis way. The factor analysis method shows that the factor senses are “touch(feeling)”, “sight” and “hearing” for every group. As result of this method, it becomes evident that the weight of factors are considerably different in the three group. By a estimation of “comfortable-uncomfortable” by the multiple regression analysis method, it is also evident that the “sight” and “touch(feeling)” factors are more influence than the “hearing” factor in professional group, and that the “sight” factor is most influence of the three in amateur and middle group.
